

**GLĘBOKIE ZIMOWE INWERSJE TEMPERATURY
NA NADMORSKIEJ TERASIE OKOLIC STACJI IM. H. ARCTOWSKIEGO
(WYSPA KRÓLA JERZEGO, SZETLANDY PD., ANTARKTYKA ZACH.)**

Grzegorz Kruszewski

Wyższa Szkoła Morska, Wydział Nawigacyjny,
Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej, Gdynia

Wstęp

Inwersje temperatury w rejonach polarnych są zjawiskiem dość częstym. Ciągła obecność pokrywy śnieżnej lub lodowej sprzyja ich rozwojowi w niższych warstwach troposfery, zwłaszcza w okresach z niewielkim zachmurzeniem i przy niskich prędkościach wiatru. Mogą one mieć genezę adwekcyjną lub radiacyjną. Inwersje adwekcyjne występują przy napływie cieplejszego powietrza nad mocno wychłodzoną powierzchnię śnieżno-lodową. Wymiana ciepła między podłożem a przyziemną warstwą powietrza, nawet w warunkach umiarkowanej turbulencji, prowadzi do spadku temperatury i wystąpienia dodatniego pionowego gradientu temperatury w warstwie, w której zachodzi wymiana ciepła. Tego rodzaju inwersje mają na ogół wielkoskalowy charakter przestrzenny i charakteryzują się niezbyt dużymi gradientami pionowymi temperatury. Mogą wystąpić w dowolnym okresie, zarówno w ciepłej, jak i chłodnej porze roku. Jeśli nie nastąpi wzrost turbulencji w warstwie przyziemnej, a zaistnieją sprzyjające warunki (brak zachmurzenia, brak dopływu promieniowania), mogą one następnie ulec przekształceniu w inwersje radiacyjne. Wiąże się to z reguły z ich wydatnym pogłębieniem.

Znacznie bardziej zróżnicowane są inwersje radiacyjne. Silne inwersje radiacyjne w rejonie Arktyki i Antarktyki obserwowane są

zwłaszcza w okresie zimy na danej półkuli, nad powierzchniami pokrytymi lodem (Chromow 1977). Dodatkowym czynnikiem lokalnie potęgującym głębokość inwersji temperatury może być rzeźba terenu, a w szczególności obecność głębokich izolowanych obniżen terenowych (Barry 1984). Według Kostina (1956) zimowe przyziemne inwersje zazwyczaj obejmują warstwę o grubości 100–150 m, choć w miejscach predysponowanych (kotliny, doliny) ich zasięg pionowy może być o wiele większy, a intensywność potęgowana przez grawitacyjny spływ chłodnego powietrza w dół stoków. Cechą charakterystyczną inwersji według Chromowa (1977) jest to, że nie występują one zazwyczaj „punktowo”, lecz rozprzestrzeniają się nad większymi obszarami, a ich głębokość kształtowana jest przez czynniki lokalne. W takich warunkach, nawet przy braku zachmurzenia w porze dziennej, mogą się one utrzymywać przez kilka dób, słabnąc jedynie w okresach dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego.

Na inwersyjny charakter minimalnych wartości temperatury powietrza notowanych na Stacji im. H. Arctowskiego podczas ostrej zimy 1986 r. zwrócili uwagę Kowalski i Wielbińska (1989). W czasie bezwietrznej pogody zanotowano wówczas najniższą jak dotąd temperaturę powietrza: $-32,3^{\circ}\text{C}$. O inwersyjnym charakterze dużej części minimalnych wartości temperatury powietrza notowanych na Stacji Arctowskiego w okresie zimy mogą świadczyć silne ujemne odchylenia temperatury powietrza od średniej sezonowej, występujące w okresach bezwietrznych (Wielbińska i Skrzypczak 1988; Styszyńska 1990).

W celu wyjaśnienia natury występujących inwersji temperatury powietrza na Stacji Arctowskiego, założono w grudniu 1994 roku na szczycie Point Thomas, stanowiącym najwyższe wzniesienie w bezpośredniej okolicy Stacji, dodatkową klatkę meteorologiczną, w której zainstalowano termohigrograf. Kontrolę pracy termohigrografu prowadzono w miarę możliwości raz na dobę.

Celem tego artykułu jest przedstawienie głównych wyników przeprowadzonego eksperymentu w takim zakresie, w jakim pozwolił on na wyjaśnienie warunków występowania głębokich zimowych inwersji temperatury powietrza na terasie nadmorskiej, na której znajduje się Stacja Arctowskiego. Pod mianem głębokich inwersji rozumie się dalej takie przypadki, w których średni pionowy gradient temperatury był równy lub większy od $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$.

Materiały obserwacyjne i metody badawcze

W celu ustalenia sytuacji, w których wystąpiły przyziemne inwersje temperatury, analizie poddano termogramy z równoległej rejestracji na Stacji Arctowskiego (3 m n.p.m.) i szczycie Point Thomas (173 m n.p.m.), oddalonym około 850 metrów w kierunku WNW od klatki meteorologicznej. W fazie wstępnej z termogramów z Point Thomas odczytano wartości temperatury dla głównych terminów synoptycznych i zestawiono je z pomiarami ze Stacji Arctowskiego za okres czerwiec–wrzesień 1995. Dalszej analizie poddano jedynie przypadki, w których inwersja była notowana w co najmniej dwóch kolejnych terminach synoptycznych (a więc utrzymywała się przez okres dłuższy niż sześć godzin). Z termogramów odczytano godzinne wartości temperatury i zestawiono je ze sobą. Następnie obliczono godzinne wartości pionowych gradientów temperatury i z godzinną dokładnością wyznaczono czasy początku i końca poszczególnych sytuacji inwersyjnych. Z czternastu wyselekcjonowanych przypadków wybrano siedem, dla których średni gradient temperatury (liczony z wartości godzinnych) w okresie sytuacji inwersyjnej był większy od $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Poszczególne przypadki inwersji poddano wnikliwej analizie pod kątem warunków zewnętrznych, jakie towarzyszyły ich rozwinięciu się i zanikowi. Przede wszystkim skupiono się na wpływie zachmurzenia, usłonecznienia i prędkości wiatru.

Wyniki

Podstawowe informacje charakteryzujące wybrane przypadki głębokich inwersji temperatury w rejonie Stacji im. Arctowskiego zebrane zostały w tabeli 1.

Pierwsza z prezentowanych w tabeli 1 inwersji jest dość typowym przykładem inwersji radiacyjnej. Jej początek przypada na godzinę 20LT (GMT – 3h). W okresie poprzedzającym obserwowano spadek wielkości zachmurzenia i niewielkie prędkości wiatru. Maksymalna głębokość inwersji wystąpiła około północy ($5,9^{\circ}\text{C}$), słabnąc następnie w wyniku wzrostu zachmurzenia w piętrze niskim i średnim, aż do zupełnego zaniku we wczesnych godzinach rannych. Normalny układ tempe-

Tabela 1. Przebieg głównych elementów meteorologicznych w okresach występowania sytuacji inwersyjnych na Stacji im. Arctowskiego zimą 1995

Table 1. Meteorological conditions accompanying temperature inversion periods at the Arctowski Station during winter 1995

LP.	DATA	T[h]	β_{mean}	β_{max}	$T_{\text{min}}[^{\circ}\text{C}]$	N	V[M/S]	S[h]
1	20–21 VII	10	1,4	3,5	-17,8	3,0	0,3	0,0
2	21–23 VII	32	4,3	8,2	-28,5	2,8	0,0	0,9
3	04 VIII	14*	1,3	3,6	-16,6	4,0	0,0	4,5
4	07–08 VIII	29*	1,2	3,6	-25,1	5,5	0,2	0,0
5	11–12 VIII	22	1,9	4,1	-22,2	6,0	0,1	3,2
6	12–14 VIII	52	2,7	5,0	-21,3	1,0	0,6	14,8
7	18–20 IX	50**	1,9	6,7	-20,5	5,6	0,3	9,5

Objaśnienia – Explanations

- * – rejestracja nie obejmuje pełnego okresu inwersji – registration of temperature do not cover the whole inversion period
- ** – w trakcie inwersji wystąpiła 7-godzinna przerwa w rejestracji, nie wliczona do czasu inwersji – during inversion period a 7 hour break in registration occurred, not counted to the inversion existence time
- T – czas trwania inwersji w godzinach – inversion existence time in hours
- β_{mean} – średni gradient temperatury w okresie inwersji [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$] – mean temperature gradient during inversion period [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$]
- β_{max} – maksymalny gradient temperatury w okresie inwersji [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$] – maximum temperature gradient during inversion period [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$]
- T_{min} – minimalna temperatura powietrza (odczytana z termogramu) zarejestrowana na Stacji Arctowskiego w okresie inwersji – minimum air temperature (from thermograph readings) registered at the Arctowski Station during inversion period
- N – średnie zachmurzenie z terminów synoptycznych z okresu inwersji w *oktantach* – mean nebulosity value taken from main synoptic hours covering inversion period (*in octas*)
- V – średnia prędkość wiatru z terminów synoptycznych z okresu inwersji – mean wind velocity taken from main synoptic hours covering inversion period
- S – suma usłonecznienia rzeczywistego zarejestrowanego w czasie inwersji – sunshine duration registered during inversion period

ratury utrzymał się stosunkowo krótko – 12 godzin. Około godz. 18 ponownie zaznaczył się bardzo słaby układ inwersyjny. Przy utrzymującej się ciszy spadek zachmurzenia od całkowitego o godz. 21 do zera o godz. 3 dnia następnego spowodował gwałtowny wzrost wypromieniowania i gwałtowny spadek temperatury na Stacji (o 11,1 deg w ciągu 6 godzin, podczas gdy na Pt. Thomas temperatura obniżyła się w tym okresie zaledwie o 3,4 deg). Dodatkowym czynnikiem potęgującym spadek temperatury było pojawienie się zamglenia, a następnie mgły. Kroplelki mgły zachowują się (w paśmie promieniowania, które emitują) nieomal jak ciało doskonale czarne. W miarę wzrostu gęstości mgły emisja promieniowania wzrasta, powodując dalsze straty ciepła (Iribane i Cho 1988). Uwalniające się w trakcie procesu ciepło kondensacji (zwłaszcza przy niewielkich prężnościach pary wodnej) jest w stanie zrównoważyć tylko część tych strat, powodując spowolnienie procesu wychładzania, a w dalszej perspektywie zatrzymanie spadku temperatury w warstwie objętej mgłą. W analizowanym przypadku przez kolejne sześć godzin temperatura na Stacji spadła o 4,2 deg, osiągając wartość $-28,2^{\circ}\text{C}$. Następnie temperatura nieznacznie rosła, by po godz. 15 ponownie zacząć spadać. Do wzrostu temperatury w godzinach południowych prawdopodobnie przyczyniło się bezpośrednio promieniowanie słoneczne, choć zanotowana wielkość usłonecznienia (0,9 h) nie jest duża. Wartość gradientu temperatury w godz. 09–15LT utrzymywała się na stałym poziomie $6,5\text{--}6,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Największą różnicę temperatury pomiędzy Pt. Thomas a Stacją im. Arctowskiego zanotowano 22 lipca o godz. 19 LT, a wyniosła ona 14°C . Po godzinie 21 obserwowano bardzo szybki wzrost temperatury powietrza na Stacji, a układ inwersyjny został przełamany w około godzinę po północy w wyniku rosnącej prędkości wiatru (wzrostu turbulencji).

Kolejna inwersja wystąpiła czwartego sierpnia. Prawdopodobnie rozwinęła się w ciągu nocy przy małym (2–4/8) zachmurzeniu. Rejestracja temperatury na Pt. Thomas nie obejmuje tego okresu, zaczynając się od godziny 11 LT, kiedy to gradient temperatury wynosił $1,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Docierające w godzinach 10–15 bezpośrednie promieniowanie słoneczne oraz rejestrowane krótkotrwałe podmuchy wiatru o prędkości do 3,0 m/s powodowały osłabienie inwersji. Uległa ona ponownemu wzmocnieniu około godziny 15, wskutek ustania dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego. Maksymalny gradient temperatury zanotowa-

no o godz. 18, a jego wartość osiągnęła $1,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Temperatura powietrza na Stacji wynosiła wówczas $-16,6^{\circ}\text{C}$. Następujący potem szybki wzrost zachmurzenia (od 2 do 8/8 w czasie 6 godzin) doprowadził do zaniku sytuacji inwersyjnej tuż po północy, pomimo utrzymującej się nadal ciszy. Przykład ten ilustruje, że o rozwoju i utrzymywaniu się inwersji temperatury decyduje zazwyczaj więcej niż jeden czynnik. W tym przypadku brak turbulencji (cisza) okazał się czynnikiem drugoplanowym w stosunku do szybko rosnącego zachmurzenia w piętrze niskim (na poziomie około 500 m), powodującego wzrost promieniowania zwrotnego atmosfery i w konsekwencji wzrost temperatury w warstwie przy powierzchniowej.

Następna inwersja o zbliżonym natężeniu wystąpiła w dniach 7–8 sierpnia. Wskutek awarii mechanizmu zegarowego na Pt. Thomas rejestracja temperatury urywa się, a udokumentowany okres występowania inwersji obejmuje 29 godzin. Inwersja rozwinęła się przy bezwietrznej pogodzie w dniu 7 sierpnia. Od północy obserwowano stały, powolny spadek temperatury zarówno na Stacji, jak i Pt. Thomas. Inwersja zaczęła się około godziny czwartej rano i do godziny szesnastej gradient temperatury nie przekroczył wartości $0,6^{\circ}/100\text{ m}$. W tym czasie obserwowano całkowite zachmurzenie na bardzo niskim pułapie 80–100 m. W kolejnych godzinach zanotowano spadek zachmurzenia (do 5/8 o godz. 21). Temperatura na Pt. Thomas wolno spadała, na Stacji podlegała wahaniom przy ogólnej tendencji spadkowej. Pojawienie się mgły około północy zatrzymało ten spadek, a nawet spowodowało niewielki wzrost temperatury powietrza na Stacji Arctowskiego w godz. 23–3, przy utrzymaniu się spadku temperatury na Pt. Thomas. Od godziny trzeciej obserwowano szybki spadek temperatury na Stacji (o $6,2\text{ deg}$ w ciągu 6 godzin). Zachmurzenie w tym czasie spadło do zera, a mgła wyraźnie zrzędła, utrzymując się jedynie w gęstych płatach nad zamrażającą powierzchnią zatoki. O godzinie dziewiątej temperatura powietrza na Stacji wynosiła $-25,1^{\circ}\text{C}$, a inwersja osiągnęła głębokość $6,2^{\circ}\text{C}$. Ze względu na przerwę w rejestracji temperatury powietrza na Pt. Thomas niemożliwe jest dalsze prześledzenie rozwoju tej inwersji, choć przy panujących wówczas warunkach przypuszczalnie mogła się ona utrzymać do godzin rannych 9 sierpnia.

Kolejne dwie prezentowane inwersje oddziela jedynie okres sześciu godzin. W dniu 11 sierpnia w godzinach wczesnorannych przy

zanikającym zachmurzeniu w piętrze niskim i niewielkich prędkościach wiatru na Stacji zanotowano spadek temperatury o $3,2^{\circ}\text{C}$ w ciągu sześciu godzin. Wystarczył on do wykształcenia się słabej sytuacji inwersyjnej, która pogłębiła się we wczesnych godzinach popołudniowych wskutek dalszego spadku temperatury na Stacji, jak też niewielkiego wzrostu temperatury na Pt. Thomas, spowodowanego przypuszczalnie przez występujące usłonecznienie (3,2 h). Maksymalny rozwój inwersji nastąpił o godz. 14, potem wolno słabła, by zaniknąć około trzeciej rano dnia następnego. Do zaniku przypuszczalnie przyczyniły się krótkotrwałe zmienne podmuchy wiatru, rejestrowane w godzinach wczesnorannych. Ponownie sytuacja inwersyjna pojawiła się o godz. 10. Przy zachmurzeniu 2/8 zmniejszającym się do zera i słabych wiatrach zmiennych, do godziny 23 głębokość inwersji wzrosła do $4,2^{\circ}\text{C}$. Zanotowane tego dnia usłonecznienie (5,9 h) w całości przypadło na okres rozwoju inwersji (godz. 10–16). Można zauważyć, że na wartość gradientu temperatury w tych godzinach wywarły wpływ zarówno spadek temperatury na Stacji, jak i jej wzrost na Pt. Thomas, powodowany zapewne powolnym unoszeniem się ogrzewanego na powierzchni stoku powietrza. W późniejszych godzinach inwersja uległa wzmocnieniu, maksimum osiągając o godzinie ósmej rano 13 sierpnia. W ciągu dnia utrzymywała się na zmiennym poziomie, nie wykazując wyraźnych zależności od usłonecznienia (6,3 h). O ostatecznym zaniku tej inwersji, co nastąpiło około godziny 13LT w dniu 14 sierpnia, zadecydował gwałtowny wzrost prędkości wiatru od 1,2 do 8,0 m/s po godz. 13.

Ostatnia z prezentowanych inwersji wystąpiła w dniach 18–20 września. Jej początek związany jest ze słabymi wiatrami i niewielkim zachmurzeniem w piętrze niskim wczesnym rankiem 18 września. Występujące tego dnia usłonecznienie (7 h) wpłynęło w jednakowym stopniu na wzrost temperatury zarówno na poziomie Stacji, jak i na Pt. Thomas, natomiast natychmiast po ustaniu dopływu promieniowania słonecznego (około godz. 18) obserwowano błyskawiczny spadek temperatury na Stacji, który zakończył się dopiero po północy. Minimalna zarejestrowana temperatura wynosiła wówczas $-20,5^{\circ}\text{C}$ i była 11,4 deg niższa niż na Pt. Thomas. W godzinach rannych (4–10) wystąpiła przerwa w rejestracji temperatury na Pt. Thomas. Po wznowieniu rejestracji o godz. 11 okazało się, że inwersja wprawdzie osłabła, lecz nadal się utrzymuje, czemu sprzyjała obecna od godzin wieczor-

nych mgła. Inwersja przetrwała do 20 września do godz. 15, przy umiarkowanym zachmurzeniu i panującej ciszy. Likwidacja sytuacji inwersyjnej nastąpiła w wyniku szybko wzrastającej prędkości wiatru z kierunku zachodniego.

Dyskusja i wnioski

Opisane przypadki wystąpienia głębokich inwersji należy odnieść do inwersji radiacyjnych. Wszystkim im towarzyszy bezruch powietrza lub minimalne prędkości wiatru (najwyższa średnia prędkość wiatru nie przekracza 0,6 m/s). Występowanie w czasie istnienia inwersji bardzo słabego wiatru należy wiązać z funkcjonowaniem spływów silnie wychłodzonego powietrza z wyżej wyniesionych partii terenu otaczających Stację. W większości przypadków zachmurzenie jest niewielkie. W trzech przypadkach (7–8 VIII, 11–12 VIII i 18–20 IX 1995) na Stacji wystąpiło większe zachmurzenie (N odpowiednio 5,5; 6,0 i 5,6) piętra niskiego, które jednak było (patrz niżej) skutkiem występującej inwersji.

Przedstawione przypadki inwersji zimowych na nadmorskiej terasie Stacji im. H. Arctowskiego mają jedną główną cechę wspólną, o której do tej pory nie wspomniano. Wszystkie wystąpiły w okresie, kiedy wody Zatoki Admiralicji i jej przedpole (a przez większość czasu także cały widoczny obszar Cieśniny Bransfielda) były pokryte stałą i całkowicie zwartą pokrywą lodu morskiego (Kruszewski 1996), co uniemożliwiało, lub bardzo ograniczało, przekaz ciepła z wód Zatoki Admiralicji do atmosfery. Tym samym była wykluczona konwekcja (wynosząca wyżej spływające nad powierzchnię Zatoki wychłodzone powietrze) i wykształcenie się cyrkulacji lokalnej. W takich warunkach powietrze spływające w obniżenie Zatoki Admiralicji i nad powierzchnię niskiej terasy nadmorskiej, na której znajduje się Stacja, miało możliwość dalszego wychładzania radiacyjnego.

Przeprowadzona dodatkowo analiza dla kwietnia i maja, czyli miesięcy, w których zwarła pokrywa lodowa na Zatoce Admiralicji jeszcze nie występowała, pozwoliła upewnić się o braku sytuacji inwersyjnych w tych miesiącach, podobnie jak w czerwcu, kiedy pokrywa lodowa na Zatoce Admiralicji dopiero zaczynała się formować (Kruszewski 1996). W październiku zanotowano przypadki, gdy tempera-

tura na Pt. Thomas była wyższa niż na Stacji, lecz było to spowodowane dużym usłonecznieniem i silnym nagrzewaniem się pozbawionych już śniegu powierzchni stokowych wzgórz o północno-wschodniej ekspozycji (wzrost temperatury na Pt. Thomas), a w niewielkim stopniu spadkami temperatury na Stacji. Sytuacji takich nie można traktować jako typowych inwersji (Barry 1984).

W świetle tego wydaje się, że podstawowym warunkiem do wystąpienia głębokich zimowych inwersji temperatury na Stacji Arctowskiego jest istnienie zwartej pokrywy lodowej na Zatoce Admiralicji i jej przedpolu. Przysypana śniegiem, rozległa płaszczyzna lodowa sprzyja wypromieniowaniu radiacyjnemu, a także, przy temperaturach poniżej -20°C , częściowo przyczynia się do powstawania zamglenia i mgieł. Występuje wtedy zjawisko podobne do dymienia morza – z powierzchni lodu morskiego unosi się gruba na kilka metrów zasłona mgły, której powstawanie należy łączyć z dużą różnicą temperatury na granicy lód – powietrze, dodatkowo potęgujących inwersję. Temperatura lodu w takich warunkach jest wyższa od temperatury napływającego nań powietrza, skutkiem występowania strumienia ciepła przenikającego przez lód, ze znacznie cieplejszej ($-1,8^{\circ}\text{C}$) wody znajdującej się pod lodem (przewodnictwo molekularne).

Wielkości gradientów temperatury występujące w wybranych sytuacjach są duże. Przyczyny aż takich różnic można się dopatrywać w poziomie zalegania górnej powierzchni mgły lub najniższych chmur. Utaaker (1974) podaje, że nad górną częścią inwersji dolinnych podczas bezwietrznych nocy wykształca się „pas ciepłego powietrza”, w obrębie którego występują względnie wysokie temperatury. Podobne zjawisko cytuje Geiger (1960, wg Younga 1921). Geiger stwierdza także wyraźnie, że w objętości powietrza, w której występuje mgła gradienty temperatury są względnie małe w stosunku do tych występujących nad powierzchnią mgły, przy czym największy skok temperatury notowany jest na granicy mgły. Pewnym szczególnym przypadkiem tego zjawiska jest ogrzewanie się górnej powierzchni mgły w okresie po wschodzie słońca, co powoduje chwilowe umocnienie inwersji, które trwa do czasu odparowania mgły (lub dłużej, o ile odparowanie nie nastąpi).

W warunkach panujących na Stacji zjawisko tego typu zdaje się mieć swój udział w kształtowaniu wielkości pionowych gradientów

temperatury. Obserwowane pułapy zasięgu mgły zazwyczaj sięgają wysokości 50–100 metrów ponad poziom morza, co stwierdzano podczas wspinaczek na Pt. Thomas. Obserwowano także występowanie górnej powierzchni cienkiej chmury Stratus poniżej poziomu Pt. Thomas (7 sierpień, 19 wrzesień). W sytuacjach takich Pt. Thomas prawdopodobnie znajdował się w cytowanym wcześniej pasie ciepłego powietrza.

Tak więc występowanie głębokich inwersji zimowych, występujących w obniżeniu Zatoki Admiralicji należy odnieść do kategorii zjawisk lokalno-klimatycznych, mogących wystąpić w określonych sytuacjach synoptycznych, przy spełnieniu dodatkowych warunków lokalnych (rzeźba terenu) i po zaistnieniu w poprzednim okresie takiego rozwoju sytuacji hydrologicznej, która doprowadza do powstania zwartej pokrywy lodu morskiego na Zatoce Admiralicji i na Cieśninie Bransfielda. Przeanalizowane przypadki pozwalają także pod innym kątem spojrzeć na ekstremalnie niskie wartości temperatury powietrza notowane na Stacji im. H. Arctowskiego. W analizowanym roku 1995 najniższe temperatury lipca, sierpnia i września zanotowano w trakcie występowania inwersji i w każdym z tych przypadków temperatura powietrza spadła poniżej -20°C . Prawdopodobnie wszystkie ekstremalnie niskie wartości temperatury powietrza zanotowane podczas surowych zim na Stacji im. H. Arctowskiego miały podobny inwersyjny charakter.

Literatura

- Barry R. G., 1984, *Pogoda i klimat w gorach*, Gidrometeoizdat, Leningrad, s. 311.
Chromow S. P., 1977, *Meteorologia i klimatologia*, PWN, Warszawa, ss. 487.
Geiger R., 1960, *Klimat przyziemnego słoja wozduha*, Moskwa, ss. 486.
Kowalski D., Wielbińska D., 1989, *Synoptic features of severe winter 1986 at Arctowski Station King George Island, West Antarctica*, Pol. Polar Res. 10, s. 57–71.
Kostin S., 1956, *Podstawy meteorologii*, PWN, Warszawa, ss.335.
Kruszewski G., 1996, *Przebieg zjawisk lodowych na Zatoce Admiralicji w roku 1995 i ich związek z warunkami pogodowymi*, Problemy Klimatologii Polarnej 6, WSM, Gdynia, s. 159–178.
Lockwood J. G., 1984, *Procesy klimatotwórcze*, PWN, Warszawa, ss. 251.
Styszyńska A., 1990, *The effect of wind direction and orography on air temperature at the „Arctowski” Station*, Pol. Polar Res. 11, s. 69–93.

- Utaaker K., 1974, *Fizika miestnogo klimata i mikroklimata*, [w:] *Fiziczeskaja i dinamiczeskaja klimatologija*, Leningrad, s. 54–76.
- Wielbińska D., Skrzypczak E., 1988, *Mean air temperatures at definite wind directions at Arctowski Station, King George Island, West Antarctica*, Pol. Polar Res. 9, s. 133–145.

**DEEP WINTER TEMPERATURE INVERSIONS
IN THE VICINITY OF ARCTOWSKI STATION
(KING GEORGE ISLAND, SOUTH SHETLAND ISLANDS, WEST ANTARCTICA)**

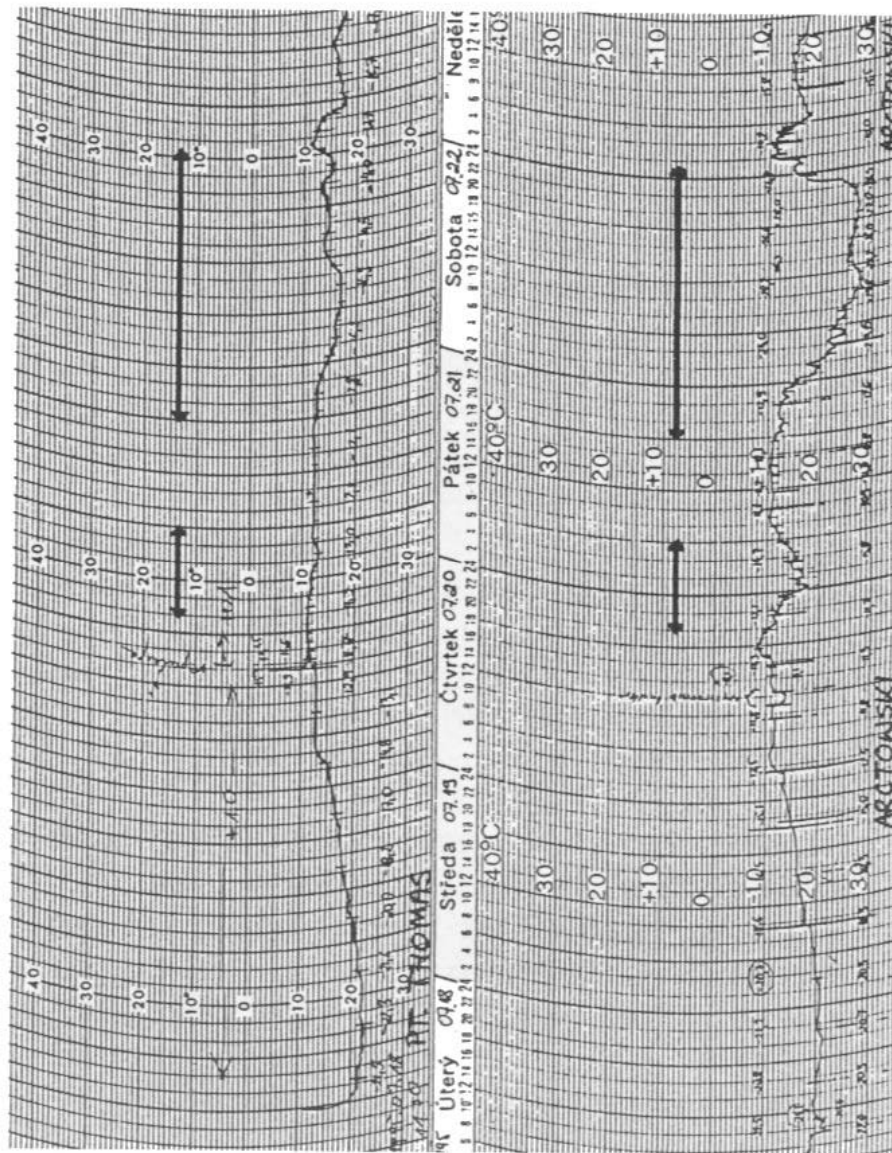
Summary

Paper presents results of investigations on temperature inversions, carried out during XIX Antarctic Expedition PAS in 1995. Temperature values taken from thermograph readings at Arctowski Station (3 m asl) and Point Thomas (173 m asl, situated 850 m. WNW from Station) were used to find periods of time with temperature inversions. Seven cases, analysed in this paper, were selected as deep inversions (mean temperature gradient counted from hourly values was higher than 1 °C/100 m). All presented inversions were radiation type, accompanied by calms and relatively small total nebulosity, except three cases, when nebulosity was the effect of inversion. Influence of local orographic conditions on deepening temperature inversions is strong, but the main factor for it's forming is anticyclonic situation in the region of South Shetland Islands (accompanied by calms) and sea ice conditions. All analysed inversions were formed during months with fast ice cover existence in Admiralty Bay and very close or close ice fields on Bransfield Strait. In other ice conditions deep temperature inversions were not recorded.

Minimum air temperatures at Arctowski Station recorded in July, August and September 1995 were measured during inversions. Maximum difference in air temperature between Point Thomas and Arctowski Station was recorded on July 22 (14°C). These cases let to make conclusion, that probably all extremely low temperatures recorded during severe winters at Arctowski Station were measured in inversion conditions.

Załącznik 1 – Enclosure 1

Przebieg temperatury powietrza na Stacji Arctowskiego i Pt. Thomas w dniach 18–23 VII 1995. Strzałki pokazują okresy inwersji
 Registration of air temperature at Arctowski Station and Pt. Thomas, 18–23 July 1995. Arrows shows the inversion periods



Załącznik 2 – Enclosure 2

Przebieg temperatury powietrza na Stacji Arctowskiego i Pt. Thomas w dniach 4–8 VIII 1995
 Registration of air temperature at Arctowski Station and Pt. Thomas, 4–8 August 1995

